

Kehittämistutkimuksen mahdollisuudet opetuksellisten innovaatioiden kehittämismenetelmänä

Johannes Pernaa & Maija Aksela

TIIVISTELMÄ

Tämän artikkelin tavoitteena on pohtia kehittämistutkimuksen mahdollisuuksia opetuksellisten innovaatioiden kehittämismenetelmänä. Tavoitteeseen pyritään refleктоimalla esimerkkikehittämistutkimusta innovaatioiden ja innovoinnin teoreettisiin taustoihin. Kehittämistutkimus-esimerkkinä tarkastellaan Helsingin yliopiston Kemian laitoksella vuosina 2010-2012 suoritettua tutkimusta, jossa tavoitteena oli kehittää kemian opettajaopiskelijoille tarkoitettua molekyylihallinnuskurssia vastaamaan paremmin kouluopetuksen määrittelemää molekyylihallinnus-tarvetta.

Avainsanat: Innovaatio, innovointi, innovaation diffuusio, innovaatioiden kehittäminen

JOHDANTO

Tämän artikkelin tavoitteena on tarkastella, millaisia mahdollisuuksia kehittämistutkimus antaa opetuksellisten innovaatioiden kehittämiselle. Tavoitteeseen pyritään refleктоimalla innovaatioiden teoreettista taustaa esimerkkikehittämistutkimukseen. Kehittämistutkimus-esimerkkinä tarkastellaan Helsingin yliopiston Kemian laitoksella vuosina 2010-2012 suoritettua tutkimusta, jossa tavoitteena oli kehittää kemian opettajaopiskelijoille suunnattua molekyylihallinnuskurssia vastaamaan paremmin koulujen määrittelemää molekyylihallinnus-tarvetta. Kurssin tavoitteena taas oli saada kemian aineenopettajaopiskelijat ottamaan molekyylihallinnusinnovaatio käyttöön omassa opetuksessa.

INNOVAATIOT JA NIIDEN DIFFUUSIO

Innovaatiot ovat laajasti tutkittu ja paljon julkaistu aihealue sekä tieteessä että populaarikulttuurissa. Tämä suosio on johtanut hyvin monivivahteiseen innovaatiokäsitteen käyttöön, ja on vaikeuttanut innovointiprosessin ymmärtämistä ja siihen alkamista. Innovointi voi olla vaikeaa, jos innovaattori ei ymmärrä innovaatiokäsitettä tai innovaattorien välillä ei vallitse yhteisymmärrystä innovoinnin mahdollisuuksista ja haasteista. (Dennign, 2012) Denning (2004) on havainnut ihmisten usein ajattelevan, että innovaatiot ovat aina isoja, tunnettuja ja laajalle levinneitä taloudellisia menestystarinoita, joita pystyvät kehittämään vain poikkeuksellisen lahjakkaat henkilöt. Innovaation sosiaalista luonnetta käsittelevässä artikkelissaan Denning perustelee, että todellisuudessa innovaatiot voivat yhtä hyvin olla pieniä ja taloudellisesti kannattamattomia, ja niitä voi kehittää kuka tahansa.

Denningin (2004) mukaan innovaatiotyöskentelyssä on tärkeää tehdä selkeä ero keksintöjen ja

innovaatioiden välille. Keksintö on jokin uusi asia, laite, toimintatapa, idea tai prosessi. Innovaatiolla taas tarkoitetaan sosiaalista muutosprosessia, jossa yksilö, ryhmä tai organisaatio ottaa käyttöön sille uutta laitetta, toimintatapaa tai ajattelumallia. Innovaatio koostuu aina kolmesta tekijästä: käyttöönottajasta, uudesta toimintavasta ja käyttöönottajan sitoutumisesta uuden toimintatavan käyttöön. Ollakseen olemassa, innovaatio siis tarvitsee yhteisön tai yksilön, joka ottaa sille uuden toimintatavan käyttöön. Innovaatio lakkaa olemasta, jos käyttöönottaja lopettaa uuden toimintatavan käyttämisen. (Denning, 2004, 2012; Denning & Durham, 2006).

Innovaatiota ei siis voi määritellä niiden taloudellisen menestyksen mukaan. Taloudellinen tuotto voi tosin olla innovaatioprojektin tavoite, jolloin se toimii projektin onnistumisen arviointivälineenä. (Denning, 2012) Rogersin (2003) mukaan taloudellista menestymistä parempi tapa arvioida innovaatioita, olisi tarkastella niiden siirtymismekanismeja ja -nopeuksia eri yhteisöihin. Rogers nimittää tätä siirtymisilmiötä innovaation diffuusioksi. Diffuusiota voidaan tarkastella yksilö-, ryhmä- tai organisaatiotasolla.

Rogersin vuonna 1962 esittelemän diffuusiomallin avulla pystytään selittämään ja arvioimaan innovaation diffuusiota ryhmätasolla. Rogersin mallissa ihmiset on jaettu viiteen omaksumisryhmään sen mukaan, missä vaiheessa innovaation yleistymistä he ottavat sen käyttöön.

Rogersin mallissa 2,5 % ihmisistä on **innovaattoreita**, jotka ottavat uudet toimintatavat ensimmäisenä käyttöön. Innovaattoreilta vaaditaan usein myös osaamista kehittää innovaatiota sen käyttöönoton helpottamiseksi. **Aikaiset omaksujat** (13,5 %) omaksuvat innovaation käytön heti innovaattoreiden jälkeen. He ovat innovaation yleistymisen kannalta tärkein ryhmä, sillä aikaiset omaksujat ovat usein arvostetussa ja neuvoa-antavassa asemassa omassa työyhteisössä. He toimivat esim. vertaismentoreina ja saavat esimerkillään työyhteisön vakuutettua innovaation hyödyllisyydestä. Kolmantena innovaation ottaa käyttöön **aikainen enemmistö** (34 %). Aikaisen enemmistön myötä innovaatio on jo levinnyt niin laajalle, että myös **myöhäinen enemmistö** (34 %) on alkanut käyttää uutta toimintatapaa. Myöhäinen enemmistö tarvitsee käyttöönottopäätöksen tueksi usein taloudellista ja sosiaalista painetta. Viimeisenä innovaation ottavat käyttöön **viivyttelijät** (16 %), jotka suhtautuvat uusiin toimintatapoihin epäluuloisesti ja pyrkivät pysyttelemään niistä erossa. (Rogers, 2003, 277-287)

Yksilötasolla diffuusiota voidaan arvioida esim. concern-based adoption (CBA) -mallin avulla (Hall & Hord, 1987). Hall ja Hord ovat esittävät innovaation diffuusion etenevän yksilötasolla kahdeksanportaisen taitohierarkian mukaisesti:

0. **Ei käyttöä:** Ei tietoa, ei diffuusiota.
1. **Orientoituminen:** Innovaatiosta etsitään tietoa.
2. **Valmistautuminen:** Valmistaudutaan ottamaan innovaatio käyttöön.
3. **Mekaaninen käyttö:** Innovaatiota käytetään mekaanisesti tehtävän suorittamiseen.
4. **Rutinoituminen:** Käyttäminen on rutiininomaista, eikä suuria muutoksia käytäntöihin ole suunnitteilla.
5. **Kehittäminen:** Innovaatiota kehitetään paremman tuloksen aikaansaamiseksi.
6. **Yhteistyö:** Innovaatiota kehitetään verkostoitumisen kautta.
7. **Uudistaminen:** Innovaatiota kehitetään ja sovelletaan kansainvälisessä

mittakaavassa.

Tässä luvussa käytetään Rogersin (2003) omaksumiskategorioita kurssin opiskelijoiden (innovaation käyttöönottajat) innovaatiomyönteisyyden selvittämisessä. Tämän tarkoituksena oli ymmärtää, millaisia mahdollisuuksia oli innovaation leviämisenä kehittämiskohteena olleella kurssilla tässä opiskelijayhteisössä. CBA-mallin avulla taas mitattiin, millaisia tuloksia kurssin aikana yksilötason diffuusiosta saavutettiin.

INNOVOINTI

Denningin (2004) mukaan innovointi on ensisijaisesti koulutuskysymys. Kuka tahansa voi oppia taitavaksi innovoijaksi. Denning on kehittänyt innovointikoulutuksen tueksi opetusmallin, joka koostuu kahdeksasta innovaatiotoiminnasta. Kyseisessä mallissa innovaatiotoiminnot on jaettu kolmeen pääryhmään: 1) keksintö, 2) käyttöönotto ja 3) diffuusion tukeminen. (Denning, 2012)

Keksintö-kategorian toiminnoissa tunnistetaan keksinnön innovaatiopotentiali ja rakennetaan innovaation käyttöönottoa tukeva visio. **Käyttöönotto**-kategoriassa kehitetään prototyyppi, jonka toimivuus testataan ja raportoidaan käyttäjäkunnalle. **Diffuusiota tukevissa** innovaatiotoiminnoissa uutta toimintatapaa pyritään levittämään yhä isommille käyttäjäyhteisöille ja saamaan sille esim. poliittisesti hyväksytty asema (ks. taulukko 1). Mallissa esitetyt innovaatiotoiminnot eivät ole hierarkkisessa järjestyksessä vaan usein menestyksekkään innovaation aikaansaamiseksi tarvitaan useiden toimintojen samanaikaista toteuttamista. (Denning, 2012; Denning & Durham, 2006)

Taulukko 1. Kahdeksanportainen innovointimalli (Denning, 2012).

Pääryhmä	Innovaatiotoiminta	Kuvaus
Keksintö	Tunnistaminen (<i>sensing</i>)	Innovointimahdollisuuksien tunnistaminen
	Visioiminen (<i>envisioning</i>)	Innovaatiolle luodaan julkinen hyvin perusteltu visio
Käyttöönotto	Tarjoaminen (<i>offering</i>)	Innovaatiosta tuotetaan prototyyppi, jolla herätetään ensimmäisten omaksujien mielenkiinto
	Testaaminen (<i>adoption</i>)	Käyttöönottajia pyritään vakuuttamaan innovaation toimivuudesta testaamalla sen toimivuus käytännössä
	Ylläpitäminen (<i>sustaining</i>)	Tulokset raportoidaan eri viestintäkanavien kautta, tavoitteena herättää laajemman yleisön mielenkiinto
Diffuusion tukeminen	Toteuttaminen (<i>executing</i>)	Mahdollistetaan käyttäjien ja asiantuntijaryhmien avoin jatkokehittäminen
	Johtaminen (<i>leading</i>)	Innovaation leviämistä johdetaan organisoidusti ja kehittäjäyhteisöön pyritään saamaan yhä enemmän ihmisiä
	Integroiminen (<i>embodying</i>)	Innovaatio siirtyy suurten käyttäjäyhteisöjen perustoiminnaksi ja saavuttaa poliittisen hyväksynnän

Opetuksellisten innovaatioiden kehittämisprosessien kehittäminen on tärkeää, sillä kouluihin suunnattujen innovaatioiden kehittämisen tiedetään olevan haastavaa ja diffuusion hidasta (esim. Fishman, Marx, Blumenfeld, Krajcik & Soloway, 2004). Esimerkiksi Linnin (1996) mukaan opetuksellisten innovaatioiden käyttöönotto epäonnistuu usein, koska innovaatioiden kehittäjät ovat pääosin tutkijoita, jotka eivät ymmärrä loppukäyttäjän tai diffuusiokohteen asettamia rajoituksia tai mahdollisuuksia.

Fishmanin et al. (2004) mukaan kehittämistutkimus soveltuu hyvin opetuksellisten innovaatioiden kehittämiseen. Kehittämistutkimuksessa opettajat toimivat usein yhteistyössä tutkijoiden kanssa, jolloin kehittämisprosessiin saadaan sisällytettyä loppukäyttäjien tarpeet. Fishman et al. ovat myös huomanneet, että opettajat, jotka osallistuvat aktiivisesti kehittämiseen ja saavat mahdollisuuden vaikuttaa kehittämispäätöksiin, sitoutuvat innovaation käyttöönottoon tavallista useammin. Tämä aiheuttaa myös haasteita innovaation laajemmalle leviämislle. Kehittämistutkimuksessa syntyy paljon hiljaista tietoa, joka on tärkeä tekijä käyttöönoton tukemisessa. Tätä hiljaista tietoa vaikea dokumentoida ja raportoida tutkimusyhteisön ulkopuolelle. (mt)

Tutkimuksen kehittämiskohteena olleella kurssilla tieto- ja viestintätekniikka (TVT) oli hyvin tärkeässä roolissa, joten diffuusion ymmärtämisen vuoksi on tärkeää tarkastella diffuusion haasteita ja mahdollisuuksia nimenomaan opetuksellisen TVT-innovaation näkökulmasta. Fishmanin et al. (2004) mukaan, menestyksekkään opetuksellisen TVT-innovaation täytyy olla tarpeisiin skaalautuva (esim. paikallinen tai kansallinen), koulukulttuuriin soveltuva ja helposti ylläpidettävä. Zhaon, Pughin, Sheldonin ja Byersin (2002) mukaan kouluihin suunnattujen TVT-innovaatioiden diffuusiota rajoittavat tekijät voidaan luokitella kolmeen kategoriaan: innovaattoria-, innovaatiota- ja diffuusiokohdetta koskeviin tekijöihin.

1. **Innovaattorin** tulee tuntea käytettävän teknologian tekniset ja sosiaaliset mahdollisuudet ja haasteet sekä osata sovittaa ne diffuusiokohteen pedagogisiin ja sosiaalisiin toimintatapoihin. Zaon et al. mukaan innovaattori on usein opettaja.
2. **Innovaatio:** Innovaation tulee soveltua organisaation työkuultuuriin ja käytössä oleviin toimintatapoihin. Uuden TVT-työkalun käyttöönottoa nopeuttaa yhteensopivuus jo käytössäolevan teknologian kanssa. Lisäksi innovaation tulisi olla helposti lähestyttävä, jolloin omaksuja tarvitsee sen käyttöönotossa vain vähän ulkopuolista apua.
3. **Diffuusiokohteen** eli koulun tulee tarjota innovaattorille ja innovaatiolle diffuusiota tukevia palveluja. Tällaisia palveluja ovat esimerkiksi tekninen ja teoreettinen ylläpito sekä vertaistukijärjestelmä. (mt)

KEHITTÄMISTUTKIMUS: KEMIAN MALLIT JA VISUALISOINTI -KURSSIN KEHITTÄMINEN

Tässä luvussa esitellään reflektiokohteena käytettävä kehittämistutkimus ja pohditaan sen etenemistä ja tuloksia kehittämistutkimukselle ominaisten piirteiden näkökulmasta. Tarkasteltava kehittämistutkimus toteutettiin vuosina 2010-2012 Helsingin yliopiston Kemian laitoksella.

Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää Kemian opettajankoulutusyksikön Kemian mallit ja visualisointi -kurssia vastaamaan aikaisempaa paremmin peruskoulun ja lukion kemian opetuksen asettamia molekyylihallinnustarpeita nyt ja tulevaisuudessa. Kehittämiskohteena ollut kurssi on kemian aineenopettajaopiskelijoille tarkoitettu syventävä kurssi, jossa opiskelijat oppivat käyttämään erilaisia kemian malleja ja visualisointeja kemian opetuksessa sekä kehittämään niitä hyödyntäviä kemian oppimisympäristöjä. Kurssin kehittämisessä pidettiin tärkeänä tulevaisuuden huomioon ottamista, sillä opetusteknologia kehittyy niin nopeasti, ettei nykyisten ratkaisujen opiskeluun keskittyminen palvelisi opiskelijoiden molekyylihallinnustarpeita kovinkaan pitkään.

Kehittämistutkimus aloitetaan usein käytännöstä nousseiden kehittämistarpeiden vuoksi

Tämä kehittämistutkimus käynnistettiin, koska vuonna 2010 kurssin kehittäminen koettiin todella ajankohtaiseksi. Kurssilla oli vuoteen 2010 mennessä kahdeksan vuoden pituinen historia. Se luennoitiin ensimmäisen kerran vuonna 2002. Vuosien 2002-2008 ajan kurssia kehitettiin vuosittain tasaisesti, mutta viimeistään vuonna 2008 täytäntöönpantava yliopistojen tutkinnonuudistus toi kurssille merkittäviä uusia haasteita.

Ensinnäkin kurssin laajuus kasvoi kahdesta opintoviikosta (80 tuntia) viiteen opintopisteeseen (135 tuntia), jonka vuoksi sisältöä tuli miettiä uudelleen ja arviointi tuli muuttaa hyväksytty/hylätty -asteikosta numerolliseen (hylätty, 1-5). Toiseksi kurssista tuli pakollinen kemiaa pääaineenaan opiskeleville opettajaopiskelijoille, mikä lisäsi kurssilaisten määrää huomattavasti aikaisempaan verrattuna. Tämä asetti haasteita esim. opetusresurssien järjestämiseen, sillä kaikille kurssilaisille ei riittänyt tietokonehuokassa tietokoneellista paikkaa tai kurssiassistenttien aika ei riittänyt kaikkien opiskelijoiden ohjaamiseen. Vuonna 2008 kurssi luennoitiin kuitenkin täysin samalla tavalla kuin ennen tutkinnonuudistusta. Kurssin aikana huomattiin, että se täytyy uudistaa perusteellisesti seuraavaan luennointikertaan (2010) mennessä.

Kehittämistutkimus on syklinen prosessi

Kehittämistutkimus toteutettiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäisen vaiheen tavoitteena oli 1) selvittää, millaisia tarpeita ja mahdollisuuksia kurssin kehittämisellä on, 2) kehittää kurssi tarpeisiin pohjautuen sekä 3) raportoida kehittämisen tuloksena kurssiin syntyneet muutokset. Ensimmäinen kehittämisvaihe toteutettiin mallipohjaisena kehittämistutkimuksena, jossa kolmen tutkijan välistä kehittämisyhteisymmärryksen muodostamisprosessia tuettiin mallintamalla kehittämispäätöksiä malliteorian (esim. Gilbert, Boulter & Elmer, 2000) avulla. Mallin ontologisen statuksen muutokseen pohjautuen ensimmäinen vaihe sisälsi neljä vaihetta:

- 1) historiallisiin malleihin pohjautuva tarveanalyysi, jossa kurssin historiallinen viitekehys (vuodet 2002-2008) ja edellisen kurssikerran opiskelijapalaute (vuoden 2008 kurssi) analysoitiin aineistolähtöisellä sisällönanalyysillä,
- 2) tutkijakohtaisten sisäisten kehittämismallien muodostaminen,
- 3) sisäisten mallien julkistaminen ja
- 4) niiden sulauttaminen yhteiseksi yhteisymmärrysmalliksi.

(Ks. yksityiskohtainen mallinnusprosessin kuvaus ja sen teoreettinen tausta väitöskirjasta Pernaa (2011).)

Kehittämistutkimus sisältää monentyyppistä arviointia

Kehittämistutkimuksen ensimmäinen vaihe loppui kurssin alkamisajankohtaan. Tutkimuksen toisessa vaiheessa arvioitiin ensimmäisessä vaiheessa kehitettyä tuotosta eli kehitettyä kurssia, mutta myös tutkijoiden välistä kehittämisprosessia. Kehittämistä arvioitiin formatiivisesti, summatiivisesti ja ulkoisesti, joista formatiivinen ja summatiivinen arviointi kohdistuivat kurssiin ja ulkoinen arviointi kehittämisprosessiin. Formatiivinen arviointi toteutettiin kurssin puolivälissä väliarviointina, jossa opiskelijoita pyydettiin reflektomaan kurssin alkuosan onnistumista kurssin tavoitteiden näkökulmasta avoimelle vastauslomakkeelle. Summatiivinen arviointi oli kurssin päättöarviointi, jossa mitattiin kurssin tavoitteiden toteutumista ja opiskelijoiden käsityksiä molekyylimallinnusinnovaation diffuusiosta yksilötasolla. Malleihin pohjautuva yhteisöllinen kehittämisprosessi arvioitiin ulkopuolisen tutkijan avulla. Ulkopuolinen tutkija haastatteli kaikki kehittäjät, joiden pohjalta arvioitiin malleihin pohjautuvaa kehittämisprosessia.

TULOKSET

VAIHE 1: KURSSIN KEHITTÄMINEN

Kehittämisestä vastasivat kolme tutkijaa, jotka toimivat myös kurssin opettajina. Jokaisella kehittäjällä oli erilainen kokemus kurssin suhteen, minkä vuoksi kehittäjät tarkastelivat kehittämistä hyvin erilaisista näkökulmista. Tutkijan 1 kokemus kurssista oli kurssiassistenttina toimiminen vuonna 2008 ja opiskelijana vuonna 2006. Vuonna 2008 kurssiassistentin työ koettiin suurten opiskelija- ja tehtävämäärien vuoksi hyvin työlääksi. Kurssin opettajien työmäärän vähentämiseksi tutkija 1 keskittyi kehittämään käytettävää opetusteknologiaa. Tutkija 2 oli nähnyt kurssin koko elinkaaren, ja hänen kehittämismielenkiintonsa suuntautui koko elinkaarta tarkasteltaviin muutoksiin (kurssin tavoitteiden ja sisältöjen uudistaminen). Tutkija 3 oli viimeksi kurssilla opiskelijana, ja hän keskittyi kehittämään opiskelijoiden ohjaamista ja käytännön harjoituksia historiallisen kurssimallin ja omien kokemuksiensa pohjalta. Ensimmäisen vaiheen aikana kurssiin tehtiin sisältöjä, tavoitteita ja rakenteita koskevia uudistuksia.

Vaiheessa 1 saatiin tietoa siitä, millainen molekyylimallinnuskurssi soveltuu kemian aineenopettajien maisteritutkintoon (kehittämistuotos), mitä asioita kehittämisessä tulee ottaa huomioon (ongelma-analyysi) ja millainen kehittämisyhteisö tarvitaan tällaisen kurssin kehittämiseen (kehittämisprosessi). (Pernaa et al. 2010; Pernaa 2011)

VAIHE 2: KEHITTÄMISEN ARVIOIMINEN

Kehittäminen dokumentoitiin aikaan sidotuilla käsitekartoilla ja visuaalisilla tietomalleilla, joiden avulla kehittämispäätökset esitettiin visuaalisena kokonaisuutena. Visuaalisten mallien avulla pyrittiin parantamaan kehittämistutkimuksen luotettavuutta ja uskottavuutta esittämällä yhteisymmärrykseen johtavan mallinnuksen vaiheet. (ks. tarkemmin Pernaa et al. 2010; Pernaa, 2011; Vesterinen et al. 2012)

Väliarvioinnin pohjalta kehitettyyn kurssiin ei tehty muutoksia, koska näytti siltä, että kurssi tulisi täyttämään nykyisessä muodossaan kurssitavoitteet erittäin hyvin. Tämä arvio varmistui summatiivisen arvioinnin myötä. Kurssin jälkeen opiskelijoiden kokivat kurssin täyttävän sille asetetut tavoitteet erinomaisesti ja kurssin kuormittavuuden olevan opintopistemäärään verrattuna sopiva. Mitattaessa Likertin asteikolla kurssin tavoitteiden toteutumista toteutuivat kaikki kurssitavoitteet vähintään kiitettävästi (ka 4,0-4,7) (ks. taulukko 2).

Taulukko 2. Kurssin opetustavoitteiden täytyminen opiskelijoiden mukaan (N=23) (ks. tarkemmin Pernaa, 2011, s. 86-91).

Väitteet:	f					ka	s
	Täysin eri mieltä	Jokseenkin eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Jokseenkin samaa mieltä	Täysin samaa mieltä		
Ymmärrän kemian mallien erilaisia luonteita, niiden rooleja sekä niiden käyttöä kemiassa ja kemian opetuksessa.	1	0	0	2	20	4.7	0.86
Pystyn molekyylihallinnuksen avulla tukemaan lasten ja nuorten kemianoppimista.	1	0	1	6	15	4.5	0.95
Osaan käyttää TVT:aa kemian mallien visualisoinnissa ja mielekkäästi kemian opetuksessa.	0	1	0	11	11	4.4	0.72
Sain innostusta ja elämyksiä molekyylihallinnuksesta kouluopetukseen.	1	1	1	8	12	4.3	1.05
Ymmärrän molekyylihallinnuksen teoreettiset perusteet lukiotasolla.	0	2	1	11	9	4.2	0.89
Osaan käyttää erilaisia malleja kemian opetussuunnitelman perusteiden mukaisten keskeisten käsitteiden visualisoinnissa.	1	1	0	11	10	4.2	1.00
Pystyn tekemään vertaisarviointeja sekä saamaan ja antamaan vertaispalautetta.	0	1	3	13	6	4.0	0.77

Innovaation diffuusion etenemisen osalta opiskelijat (N=23) tunsivat pääosin nousseensa kurssin aikana orientoitumis- ja käyttötasoilta (f=17) kehittämis- ja yhteistyötasoille (f=18) (vrt. Hall & Hord, 1987; ks. taulukko 3). Rogersin (2003) diffuusioteorian omaksumiskategorioiden näkökulmasta 13 heistä opiskelijoista koki olevansa varhaisia omaksujia, seitsemän varhaista enemmistöä ja yksi totesi kuuluvansa myöhäiseen enemmistöön ja suhtautuvansa uusiin innovaatioihin skeptisesti.

Taulukko 3. Molekyylihallinnusinnovaation eteneminen kurssin aikana yksilön näkökulmasta (N=23) (ks. tarkemmin Pernaa, 2011, s. 86-91).

Ennen kurssia	Innovaation omaksumisen taito- ja tietotasot yksilötasolla	Kurssin jälkeen
3	Ei käyttöä: Ei tietoa, ei diffuusiota.	-
8	Orientoituminen: Innovaatiosta etsitään tietoa.	-
5	Valmistautuminen: Valmistaudutaan ottamaan innovaatio käyttöön.	2
4	Mekaaninen käyttö: Innovaatiota käytetään mekaanisesti tehtävän suoritukseen.	3
-	Rutinoituminen: Käyttäminen on rutiininomaista, eikä suuria muutoksia käytäntöihin ole suunnitteilla.	-
3	Kehittäminen: Innovaatiota kehitetään paremman tuloksen aikaansaamiseksi.	16
-	Yhteistyö: Innovaatiota kehitetään verkostoitumisen kautta.	2
-	Uudistaminen: Innovaation voimakas kehittäminen ja soveltaminen.	-

Ulkoisen arvioinnin mukaan kehittäjien yhteisöllisyys ja kehittäjäryhmän monipuolisuus varmistivat kehittämisen onnistumisen, mutta yhteisöllisyys toi mukanaan myös haasteita mm. kehittämisen koordinointiin ja kehittäjien väliseen viestintään. Arvioinnin mukaan kehittäjien väliseen viestintään tulisi laittaa entistä enemmän resursseja. (ks. tarkemmin Vesterinen et al. 2012)

Vaiheessa 2 saatiin tietoa siitä, miten kurssitavoitteet täyttyivät ja miten molekyylihallinnusinnovaation diffuusio eteni kurssin aikana yksilötasolla tietynlaisessa omaksujayhteisössä (ongelma-analyysi). Lisäksi saatiin tietoa yhteisöllisen kehittämisen mahdollisuuksista ja haasteista (kehittämisprosessi). (Pernaa et al. 2010; Pernaa 2011; Vesterinen et al. 2012)

POHDINTAA INNOVOINNIN NÄKÖKULMASTA

Tutkimuksessa huomattiin, että yhteisöllinen tiedonrakentaminen tarveanalyysivaiheessa mahdollisti monipuolisen ja kokonaisvaltaisen tarpeiden kartoituksen. Yhteisöllisyyden myötä kehittämiseen pystyttiin sisällyttämään ja sitouttamaan useita kehittäjiä, joista jokainen toi kehittämisprosessiin omat vahvuutensa ja heikkoutensa. Tässä tapauksessa yhteisöllisyys aikaan sai motivoituneen kehittämisryhmän ja realistisen ja kokonaisvaltaisen tarveanalyysin. Reflektoidessa toteutunutta toimintaa Denningin (2012) innovointimalliin nähdään, että kehittämistutkimuksen empiiriset ja teoreettiset tarveanalyysivaiheet tukevat keksinnön mahdollisuuksien tunnistamista ja yhteisöllinen tiedonrakentaminen innovaatiovision rakentamista (ks. taulukko 4).

Tarveanalyysin pohjalta kehittämisryhmä onnistui luomaan kehittämistavoitteita vastaavan kurssin, jonka laatu varmistettiin formatiivisella, summatiivisella ja ulkoisella arvioinnilla. Tämän tyyppinen syklinen kehittäminen ja testaaminen tuottavat automaattisesti innovaation

prototyypin, jonka toimivuus tulee tutkimuksen edetessä testattua autenttisessa ympäristössä. Tämä tukee innovaation käyttöönottoa (ks. taulukko 4).

Kurssia kehitettiin pääosin innovaattorin ja innovaation tarpeet huomioon ottaen sisällyttämällä aikaisempi tutkimustieto, historialliset kurssimallit ja opiskelijoiden tarpeet osaksi kehittämisprosessia. Opiskelijoiden tarpeet saatiin sisällytettyä kehittämiseen ottamalla heidät mukaan kehittämisprosessiin aktiivisina kehittäjinä formatiivisessa ja summatiivisessa arvioinnissa. Kurssilla oli myös avoin molekyylihallinnusympäristön kehittämistehtävä, jossa opiskelijat tarkastelivat molekyylihallinnuksen kehittämistä omien tarpeidensa ja käsitysten mukaisesti. Tutkimuksen aikana opiskelijat saivat siis mahdollisuuden kehittää molekyylihallinnusinnovaatiota koulukulttuuriin soveltuvaksi oman opettajuuden näkökulmasta. (vrt. Fishmann et al. 2004; Linn, 1996; Zhao et al. 2002)

Suoritettujen arviointien mukaan kehittäminen onnistui kurssitavoitteiden toteutumisen ja innovaation diffuusion näkökulmista (ks. taulukot 2 ja 3). Kurssi otti huomioon opiskelijoiden tarpeet, innovaation diffuusioteorian asettamat haasteet, aikaisemman tutkimustiedon näkemykset kehitettävästä ilmiöstä, Matemaattis-luonnontieteellisen tiedekunnan määrittelemät laadukkaan korkeakouluopetuksen tavoitteet ja koulumaailman tarpeet. Yksilötason innovaation diffuusion näkökulmasta opiskelijoiden sisällyttäminen aktiiviseksi osaksi kehittämisprosessia on tärkeää, sillä kehittämistietojen ja -taitojen lisäksi he muodostavat myös yhteistyöverkostoja jotka tukevat innovaation käyttöönotossa ja jatkokehittämisessä (vrt. Hall & Hord, 1987; Rogers, 2003). Tämä tukee innovaation diffuusiota myös Denningin (2012) mallin mukaan. Avoimet kehittämistehtävät sitouttavat käyttäjiä innovaation käyttöönottoon ja mahdollistavat sen sovittamisen ja muokkaamisen koulukulttuuriin soveltuvaksi (ks. taulukko 4 ja vrt. Fishman et al. 2004).

Kehittämisen suurimpina haasteina oli kehittämistutkimukselle ominainen monimutkainen ja avoin kehittämiskonteksti, minkä vuoksi tutkimuksen dokumentointi ja koordinointi olivat haastavia. Tämä on myös Deden (2004) ja Collinsin (1999) mukaan yksi kehittämistutkimuksen haasteista. Avoimuutta ja monimutkaisuutta pyrittiin kontrolloimaan yhteisöllisellä tiedonrakentamisella, aikasidonnaisella käsitekartta-dokumentoinnilla ja kehittämisprosesseihin sisällytetyillä formatiivisilla ja summatiivisilla testausvaiheilla. Tutkimusta pyrittiin myös raportoimaan monipuolisesti, kuten esim. tieteelliset artikkelit ja konferenssiesitykset. Kehittämistutkimuksen raportoinnilla pyrittiin tallentamaan myös Fishmanin et al. (2004) mainitsemaa hiljaista tietoa, joka tukee ja ylläpitää käyttöönotto prosessia ja innovaation leviämistä (ks. taulukko 4).

Taulukko 4. Kehittämistutkimuksen mahdollisuudet osana innovaatiotoimintoja (vrt. Denning, 2012).

Pääryhmä	Innovaatio-toiminta	Esimerkki suoritetusta kehittämistutkimuksesta
Keksintö	Tunnistaminen	Teoreettinen ongelma-analyysi: Miten kurssia tulisi kehittää, että se tukisi paremmin koulujen molekyyllimallinnustarpeita.
	Visioiminen	Sisäisten kehittämismallien julkistaminen ja testaaminen kehittämissyhteisössä
Käyttööotto	Tarjoaminen	Alustavan kehittämistuotoksen kehittäminen (<i>vaihe 1 tarkasteltavassa kehittämistutkimuksessa</i>).
	Testaaminen	Kurssin pitäminen, arviointitoimenpiteet ja jatkokehittäminen
	Ylläpitäminen	Esim. julkaisu- ja konferenssitoiminta (Pernaa et al. 2010; Pernaa, 2011; Vesterinen et al. 2012)
Diffuusion tukeminen	Toteuttaminen	Opiskelijoiden sisällyttäminen kehittämisprosessiin sekä avoin mallinnusaktiviteetin kehittämis-projekti kurssitehtävänä (ks. tarkemmin Pernaa, 2011)
	Johtaminen	Kehittämistutkimus on hyvin organisoitua ja suunniteltua tavoiteorientoitunutta innovointitoimintaa.
	Integroiminen	Ei ollut mahdollista arvioida tämän kehittämistutkimuksen arvioinnissa, vaan tarvitsee tapahtuakseen paljon pidemmän ajan.

Reflektoimalla esimerkikehittämistutkimusta innovaatioiden teoreettisen taustaan ja innovaatiotoimintaan voidaan todeta kehittämistutkimuksen olevan tehokas innovointityökalu. Kehittämistutkimus tukee parhaiten keksintövaiheen ja käyttöönottovaiheen innovaatiotoimintaa. Hyvin organisoitu kehittäminen on systemaattista ja tavoiteorientoitunutta toimintaa, jonka voidaan ajatella tukevan myös innovaation diffuusiota johtamisnäkökulmasta. Integrointia tukevaa toimintaa ei tässä artikkelissa pystytty arvioimaan, koska esim. molekyyllimallinnustapatauksessa sillä voitaisiin tarkoittaa mm. opetussuunnitelmien perusteisiin tehtäviä muutoksia. Tässä artikkelissa esitetyn tapaustutkimuksen mukaan kehittämistutkimus soveltuu erittäin hyvin opetuksellisten innovaatioiden kehittämismenetelmäksi, joten on siis täysin mahdollista, että kehittämistutkimuksen avulla voidaan pidemmällä aikavälillä tukea myös integrointi-kategorian innovaatiotoimintaa.

Lähteet

- Collins, A. (1999). The changing infrastructure of education research. Kirjassa E. C. Lagemann & L. S. Shulman (toim.), *Issues in education research: Problems and possibilities* (s. 289-298). San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Dede, C. (2004). If design-based research is the answer, what is the question? A Commentary on Collins, Joseph, and Soloway in the JLS special issue on design-based research. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 105-114.
- Denning, P. J. (2012). Innovating the future: From ideas to adoption. *The Futurist*, Jan-Feb, 41-45.
- Denning, P. J. (2004). The social life of innovation. *Communications of the ACM*, 47(4), 15-19.
- Denning P. J. & Dunham, R. (2006). Innovation as language action. *Communications of the ACM*, 49(5), 47-52.
- Fishman, B., Marx, R. W., Blumenfeld, P., Krajcik, J. & Soloway, E. (2004). Creating a framework for research on systemic technology innovations. *Journal of Research in Science teaching*, 13(1), 43-76.
- Gilbert, J. K., Boulter, C. J. & Elmer, R. (2000). Positioning models in science education and in design and technology education. Kirjassa J. K. Gilbert & C. J. Boulter (toim.), *Developing models in science education* (s. 3-18). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Hall, G., & Hord, S. (1987). *Change in schools: Facilitating the process*. Albany, NY: State University of New York Press.
- Linn, M. C. (1996). From separation to partnership in science education: Students, laboratories, and the curriculum. Kirjassa Tinker, R. F. (toim.), *Microcomputer-based labs: Educational research and standards*. Berlin: Springer, 13-45.
- Pernaa, J. (2011). *Kehittämistutkimus: Tieto- ja viestintätekniikkaa kemian opetukseen*. Akateeminen väitöskirja, Helsingin yliopisto. Helsinki: Unigrafia Oy. (<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-10-7291-8>)
- Pernaa, J., Aksela, M. & Västinsalo, J. (2010). Kemian mallit ja visualisointi -kurssin yhteisöllinen uudistaminen malliteoriaan pohjautuvalla kehittämistutkimuksella. kirjassa Aksela, M., Pernaa, J., & Rukajärvi-Saarela, M. (toim.), *Tutkiva lähestymistapa kemian opetukseen*. Helsinki: Unigrafia Oy, 96-114.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations*. 5th ed. New York: Free Press.
- Vesterinen, V-M, Pernaa, J. & Aksela, M. (2012). Evaluation of a Novel Educational Design Methodology Utilizing Concept Maps. ESERA 2011 proceedings.
- Zhao, Y., Pugh, K., Sheldon, S., & Byers, J. (2002). Conditions for classroom technology innovations. *Teachers College Record*, 104(3), 482-515.